

для электроимпульсной обработки нефтяных скважин // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки». – 2006. – Ч. 5. – С. 98-101. 3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. – М.: Высшая школа, 1978. – 528 с.

*Поступила в редколлегию 17.03.2009.*

УДК 621.52:533.5

**В.Б.ЮФЕРОВ**, докт.техн.наук, ННЦ ХФТИ;

**Д.В.ВИННИКОВ**, ННЦ ХФТИ;

**А.Н.ПОНОМАРЕВ**, ННЦ ХФТИ;

**И.В.БУРАВИЛОВ**, ННЦ ХФТИ;

**Е.В.МУФЕЛЬ**, ННЦ ХФТИ

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ ОТ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ МИЛЛИ- И МИКРОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНОВ**

Досліджено два джерела міллі й мікросекундного діапазонів. Проведено порівняльні експерименти в рідкому середовищі в заданому об'ємі. Отримано форми імпульсів сигналів. Установлено, що порівнювані типи випромінювачів в обмежених обсягах дають еквівалентний результат.

Two sources of milli and micro second range have been investigated. The comparative experiments were carried out in liquid medium in prescribed volume. The shapes of signal pulses were obtained. It has been established that a compared types of emitters in limited volumes give an equivalent result.

**Постановка проблемы.** В последнее время в различных областях научных исследований и промышленных применений, применяются импульсные технологии, милли и микросекундного диапазонов, позволяющие добиться значительного эффекта, снизив общее потребление энергии. Нам не известны литературные источники, где бы было проведено сравнение этих излучателей по физическому принципу действия их на объекты. Такое сравнение позволил бы более обоснованно выбирать режимы обработки. В ряде случаев это сделать трудно из-за отсутствия надежных данных о параметрах и физических процессах, лежащих в основе технологий.

**Экспериментальная часть.** При изучении влияния акустических сигналов на обрабатываемый материал, использовался пневмоизлучатель [1], с мощностью  $3 \cdot 10^4$  Вт при длительностях сигнала до 5 ms, и электрогидравли-

ческая система [2] с мощностью  $1,8 \cdot 10^7$  Вт, при  $\tau \leq 50$  мкс. Контроль параметров излучения проводился с помощью однотипных пьезодатчиков, с использованием АЦП и ЭВМ см. рис. 1 а, б. Эксперимент с миллисекундным излучателем пневматического типа, рис. 1 а, состоял в следующем: газ с давлением от 1 до 7 атм. импульсно вводился в жидкость. Вид акустического сигнала представлен на рис. 2.

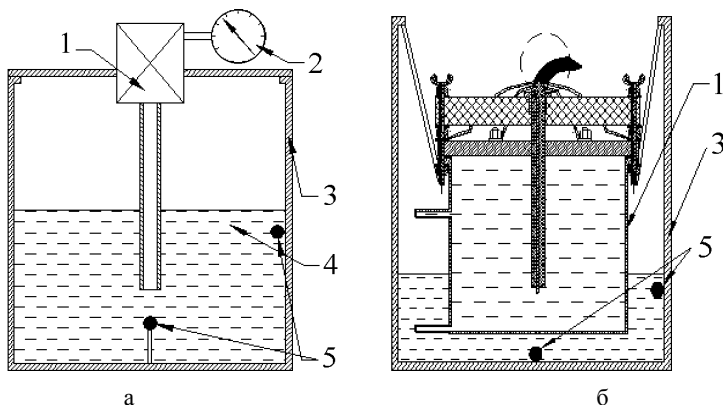


Рисунок 1

а – миллисекундный излучатель пневматического типа, размещенный в цилиндрическом объеме, заполненном водой: 1 – излучатель пневматического типа, 2 – манометр, 3 – цилиндрический объем, заполненный жидкостью, 4 – жидкость, 5 – пьезо-керамические датчики. б – электрогидравлическая камера, размещенная в цилиндрическом объеме, заполненном водой: 1-электрогидравлическая камера.

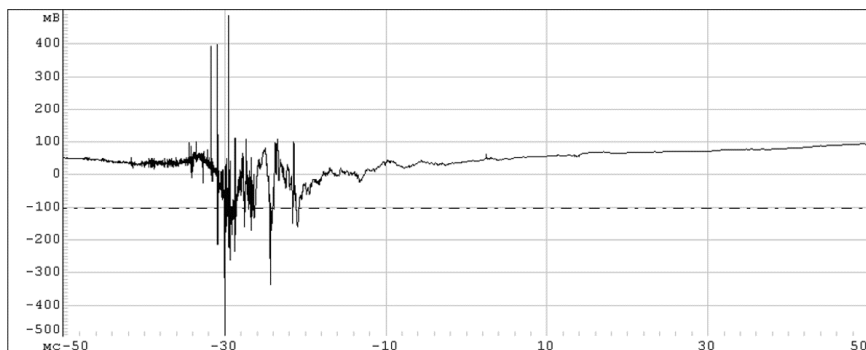


Рисунок 2 – Вид акустического сигнала пневмоизлучателя

Рабочая камера электрогидравлической установки 1б, размещалась в цилиндрическом объеме 2, заполненном жидкостью. Такая конструкция вы-

брана с целью предотвращения попадания высокого напряжения на регистрирующую аппаратуру. Осциллограмма сигнала представлена на рис. 3. Как видно из рис. 4 задержка акустического сигнала относительно импульса тока, составляет  $\sim 180 \mu\text{s}$ , что соответствует условиям эксперимента, расстояние от области разряда до регистратора составляет 36 см.

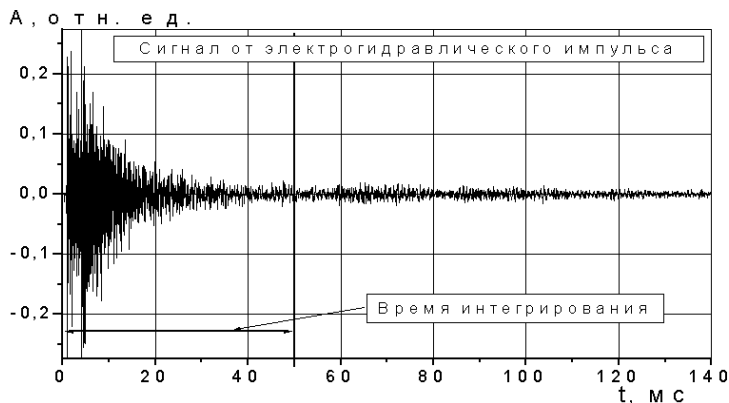


Рисунок 3 – Форма акустического сигнала от электрогидравлического импульса

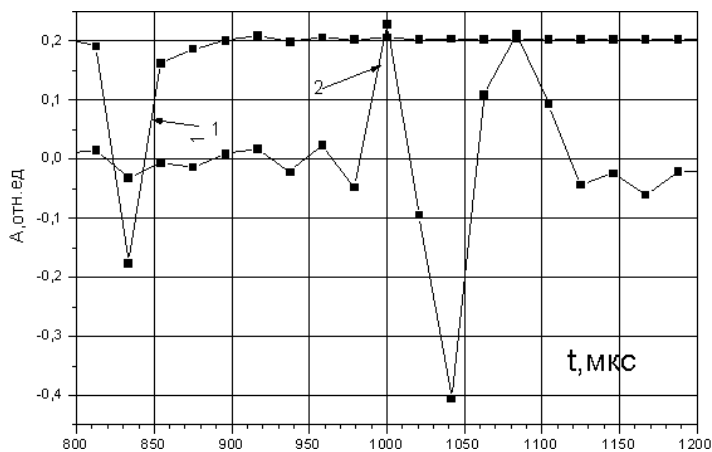


Рисунок 4 – Время акустической задержки.

1 – импульс тока; 2 – первая звуковая волна

Сравнение акустических характеристик обоих пневмоизлучателей сделано с помощью величины  $U_{\text{эфф}}$  временного интеграла величины электрического сигнала, полученного с помощью электронного осциллографа ADC Lab. Для пневмоизлучателя характерным параметром является давление, для

ЭГ – излучателя напряжение. Полученные зависимости представлены на рис. 5. Таким образом, полученные данные, позволяет оценивать величину давления от ЭГ разряда в области обработки, подобно [3].

**Сравнение процессов.** Несмотря на сравнение по величине  $U_{эфф}$ , имеется ряд отличий связанных с физикой процессов, которые этой зависимостью не учитываются. Фронт звукового сигнала, ЭГ разряда гораздо круче, чем от ПМ1. Давления непосредственно в зоне разряда, лежат на уровне 100 – 1000 атм, что значительно превышает давления в области вытекания газовой струи. При этом образуются ударные волны, но не создаются существенные направленные потоки, что характерно для пневмосистем. После завершения генерации сигналов в обеих системах возникают собственные колебания камеры, так называемый эффект колокола и весь сигнал затухает в течении 20 – 30 ms.

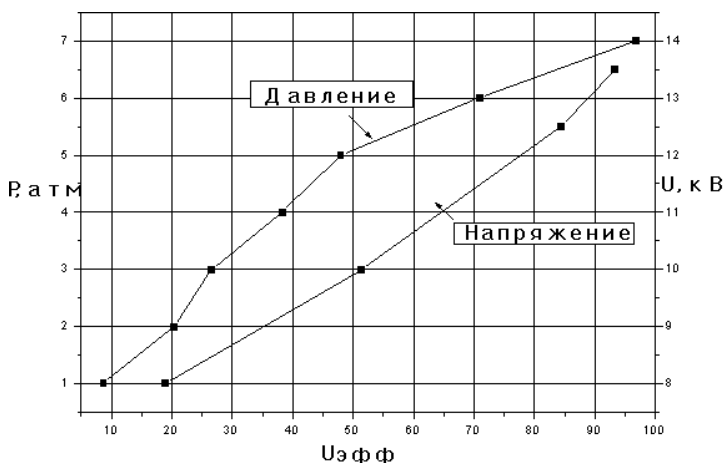


Рисунок 5 – Оценка величины давления электрогидравлического эффекта по величине  $U_{эфф}$ . Коэффициент динамичности на основании данных работы [4] при продолжительности импульсов около 10 мкс оценен как 1,5 – 1,7

В ходе экспериментов [3], также установлено, что скорость выхода газовой струи 400 м/с, а скорость водяного потока составляет  $v \geq 10$  м/с, что приводит к возникновению кавитации в жидкости. Можно сделать предположение, что кавитация возникает и в ЭГ разряде, так как здесь существуют ударные волны.

**Выводы.** Установлено, что микро и мили секундные импульсы не несут в себе принципиальных отличий для закрытых объемов, и следовательно

рассмотренные выше излучатели эквивалентны в плане длительности воздействия звуковых волн на объекты. Необходимо провести сравнение по кавитационным и потоковым характеристикам.

**Список литературы:** 1. В.Б.Юферов, Ю.В.Холод, Н.А.Косик, В.Ф.Малец, Е.В.Муфель, А.Н.Озеров Газоструйный импульсный источник // ВАНТ серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. – № 6, (82). – 2002. – С. 156-159. 2. Л.А.Юткин Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с. 3. В.Б.Юферов, Ю.В.Холод, Н.А.Косик, Е.В.Муфель, В.Ф.Малец Очистка кварцевого песка от примесей в акустических полях // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Проблемы усовершенствования электрических машин и аппаратов. Теория и практика. – Харьков. – 2001. – № 16. – С. 174-175. 4. И.В.Белый, С.Н.Фертик, Л.Т.Хименко Справочник по магнито-импульсной обработке металлов. – Харьков, Из-во при Харьк. гос. объедин. «Вища школа», 1977.

*Поступила в редколлегию 15.01.2009.*

УДК 533.951

**В.Б.ЮФЕРОВ**, докт.техн.наук, ННЦ «ХФТИ»;  
**В.Ф.ТИХОНОВ**, канд.техн.наук, ННЦ «ХФТИ»;  
**В.О.ИЛЬЧЕВА**, ННЦ «ХФТИ»

## **ЗАЩИТА СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ТОКА**

В надпровідному соленоїді (з високою щільністю струму, замоноліченого, з непрямим заохолодженням) для різних щільностей транспортного струму визначено термін нагріву обмотки до встановленої термоміцної границі, 50K, при його переході у нормальний стан. Для різних темпів виведення енергії з системи проведено порівняння напруги на соленоїді для постійного та змінного зовнішніх опорів.

For different densities of transport current in the superconducting solenoid (with high current density, monolith, with indirect cooling) the time of winding heating up to thermomechanical limit, 50K, is defined at its transition into the normal state. Comparison of a solenoid voltage for constant and variable resistances at different rates of energy release from the system the has been performed.

Повышение плотности транспортного тока в сверхпроводящих (СП) соленоидах до уровней больших, чем обычно используемые,  $j \leq 10^4$  А/см<sup>2</sup>, позволяет реализовать ряд преимуществ СП-систем: уменьшение веса, размеров, стоимости; снижение мощности обслуживающих криогенераторов [1]. Однако, для этого требуется использование новых материалов и технологий. Кроме того, большое значение приоб-